

ИНСТИТУТ ТОЧНОЙ МЕХАНИКИ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

АКАДЕМИИ НАУК СССР

Ю.И. ВИЗУН

ИССЛЕДОВАНИЕ  
ВОПРОСОВ ПОСТРОЕНИЯ  
МАГНИТНЫХ ЗАДАЮЩИХ  
УСТРОЙСТВ

МОСКОВА—1957

ИНСТИТУТ ТОЧНОЙ МЕХАНИКИ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ  
АКАДЕМИИ НАУК СССР

Ю. И. В и з у н

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ ПОСТРОЕНИЯ МАГНИТНЫХ  
ЗАДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

М о с к в а - 1 9 5 7

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ ПОСТРОЕНИЯ МАГНИТНЫХ ЗАДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Рассматриваются вопросы построения магнитных задающих устройств для быстродействующих вычислительных машин. Предложен ряд схем таких устройств, использующих ленточные и ферритовые магнитные сердечники с прямоугольной петлей гистерезиса, а также трансфлюкторы. Приведены аналитически выведенные зависимости для определения объема устройства и величин полезных и паразитных сигналов в зависимости от характеристик сердечников.

## SOME PRINCIPLES OF DESIGNING MAGNETIC PERMANENT STORAGE DEVICES

The basic problems of designing magnetic permanent storage devices for high-speed digital computers are discussed. Some new circuit types using both ferrite and tape-wound cores with rectangular hysteresis loop and transfluxors are presented.

The analytical relations for the capacity of array and signal-noise ratio are treated.

## Введение

Ряд современных быстродействующих вычислительных машин имеют наряду с двусторонней оперативной памятью одностороннее запоминающее устройство, часто называемое задающим устройством или "постоянной памятью". Такое устройство допускает оперативное считывание хранимой в нем информации, но не оперативную запись. Задающее устройство используется для хранения констант, программ и подпрограмм, таблиц и другой информации, которая требуется для решения данной задачи, либо целого класса задач. Ввиду того, что задающее устройство схемно может быть выполнено более просто, чем оперативное, целесообразно включать его в схему любой машины как универсальной, так и специализированной. Вопрос о соотношении емкостей задающего и оперативного запоминающего устройств должен решаться конкретно, с учетом общих требований, предъявляемых к машине.

В данной работе рассматриваются возможности построения задающего устройства на магнитных элементах. Работа была выполнена в Лаборатории магнитных элементов Института точной механики и вычислительной техники АН СССР в 1956 г.

## ГЛАВА 1

Задающее устройство может быть построено на ленточных магнитных сердечниках. Последние объединяются в линейки, причем количество сердечников в линейке должно быть равно числу разрядов ячейки, а количество линеек – равно числу ячеек устройства. В таком устройстве используется принцип считывания без разрушения информации с помощью перпендикулярного поля, создаваемого считающим импульсом тока, посыпаемым непосредственно по ленте [1, 2]. С этой целью все сердечники одной ячейки должны быть связаны по ленте так, чтобы образовался единый токопровод. На рис. 1 изображена принципиальная схема части задающего устройства на ленточных сердечниках.

При подаче импульса тока по ленте избранной линейки на всех горизонтальных (считывающих) проводах, рис. 1, возникнут импульсы э.д.с., поляр-

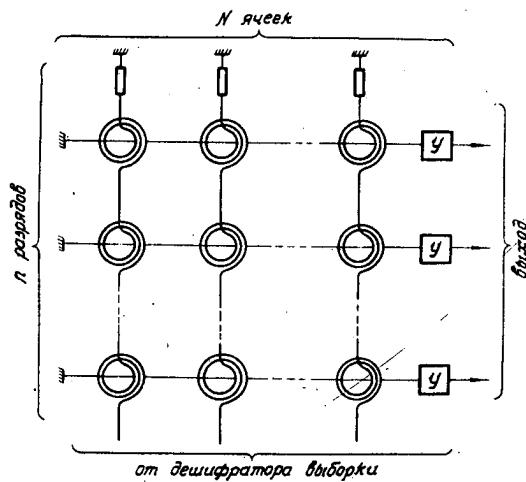


Рис. 1

ность и амплитуды которых зависят от состояния сердечника. Если сигналы, наводимые на считающем проводе, подать затем на элемент, чувствительный к импульсам только одной полярности, то на выходе мы получим импульсы, соответствующие записанному в ячейке коду (например, наличие импуль-

са "1", отсутствие импульса "0"). Схема допускает многократное обращение к ячейке без необходимости регенерации.

Основными преимуществами схемы являются: простота, быстродействие, возможность простыми средствами менять хранимую информацию, качественный признак распознавания состояния "0" и "1", высокая температурная стабильность, некритичность к питанию.

По быстродействию рассматриваемая схема стоит на одном из первых мест среди других схем на магнитных сердечниках с прямоугольной петлей гистерезиса. Так, на сердечниках из десятимикронной ленты сплава "перминвар" было достигнуто уверенное считывание за 0,1 - 0,2 мксек. Скорость считывания практически зависит только от длительности и крутизны фронта импульсов тока считывания. В задающем устройстве, построенном по такому принципу, время обращения будет определяться в основном не временем изменения потока в сердечнике, а временем подготовки цепей выборки адреса.

В связи с этим представляется возможным, если бы такая задача была поставлена, создание небольшого сверхбыстродействующего задающего устройства без магнитного дешифратора, где на каждую ячейку будет работать одна электронная лампа формирователя импульсов тока считывания.

Для записи информации необходимо установить все сердечники устройства (рис.1), которые должны хранить "1", в состояние, характеризуемое остаточным потоком одного знака, а все сердечники, хранящие "0", - в состояние, характеризуемое остаточным потоком другого знака. Поскольку такая операция производится редко и не связана с работой машины, целесообразно проводить ее ручным способом с помощью импульсов постоянного тока.

Как известно, ленточные сердечники имеют высокую температурную стойкость [3]. Существенно, что в режиме считывания перпендикулярным полем нагрев сердечника меньше, чем при работе его в режиме перемагничива-

ния продольным полем. При перемагничивании сердечника из тонкой (от 15 мк и ниже) ленты продольным полем нагрев в основном определяется потерями на гистерезис и последействие, пропорциональными площади, ограничиваемой кривой динамической характеристики сердечника. В случае же считывания перпендикулярным полем нагрев главным образом определяется омическими потерями в металле сердечника, связанными с протеканием по ленте импульсов тока считывания. Тем не менее, поскольку нагрев сердечников все-таки имеет место, наличие высокой температурной стабильности характеристик надо рассматривать как положительный фактор.

В матрице, построенной по принципу совпадения токов, где считывание осуществляется продольным полем, изменение амплитуды действующих импульсов на  $\pm 10 - 15\%$  приводит к тому, что устройство начинает работать нестабильно и может отказывать. В случае считывания перпендикулярным полем изменение амплитуды тока считывания на  $\pm 30\%$  и более не приводит к сбоям, а амплитуда выходного сигнала меняется незначительно (рис.2).

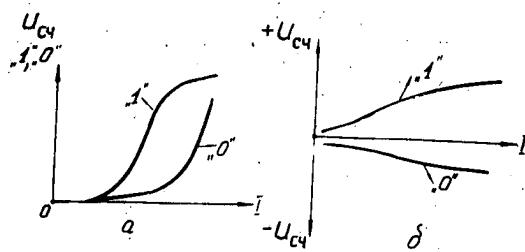


Рис.2. Импульсные характеристики сердечников при считывании:

а - считывание продольным полем (ток считывания подается по координатной линии); б - считывание перпендикулярным полем (ток считывания подается по ленте)

Одним из недостатков описываемого варианта являются технологические трудности, связанные с производством ленточных сердечников. В данном случае производство сердечников несколько усложняется тем, что концы ленты

должны быть свободными. Кроме того, крайне нежелательны местные короткие замыкания между ее витками, даже если они имеют точечный характер.

При перемагничивании высокочастотным продольным полем электрический контакт соседних витков ленты сердечника может создать благоприятные условия для появления вихревых токов, что приведет к добавочному разогреву и, в конечном счете, к снижению максимально возможной частоты работы сердечника. Однако, когда поверхности контактирующих участков соседних витков ленты малы, т.е. межвитковые замыкания носят точечный характер, условия для сколько-нибудь значительного возрастания вихревых токов отсутствуют и заметного ухудшения свойств сердечника не наблюдается. В тех же случаях, когда лента сердечника используется в качестве проводящей среды для импульсов тока считывания, как это имеет место при считывании информации путем создания перпендикулярного поля, наличие даже точечных контактов между витками может привести к значительному снижению амплитуд считываемых сигналов, что затруднит или сделает невозможным распознавание информации.

В отношении габаритов устройств необходимо отметить, что так как прессованные сердечники могут быть изготовлены значительно меньших размеров, чем ленточные, то и сама матрица из ленточных сердечников будет больше, чем из ферритовых. Однако поскольку в комплексе габариты задающего устройства определяются не матрицами, а электронной частью, увеличение габаритов собственно матрицы не сможет оказать заметного влияния на общие габариты устройства.

Конструктивно устройство на ленточных сердечниках удобно выполнять на отдельных платах, связанных с электронной схемой и расположенных в машине так, чтобы они были доступны оператору. На каждой плате (рис.3), представляющей собой изолирующую пластину, покрытую слоем металла с одной стороны, расположены по несколько колонок сердечников, образующих каждая

ячейку для хранения одного числа. На плату же нанесена координатная сетка, с помощью которой определяется номер числа и разряда, к которому принадлежит тот или другой сердечник. Запись информации производится с помощью двух штеккеров, связанных с небольшими источниками постоянного тока, одним из которых производится запись "1", другим - стирание, или запись "0".

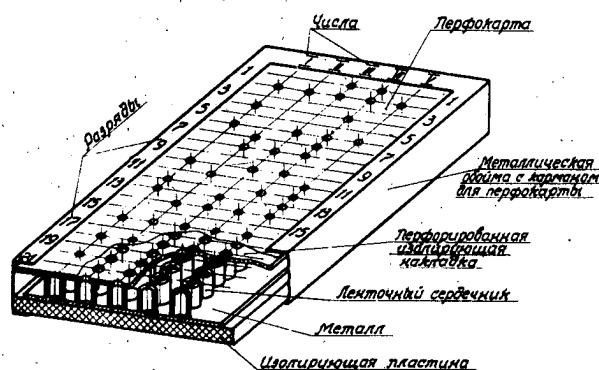


Рис.3

Для записи информации цепь тока на короткое время замыкается с помощью штеккера, вставляемого в гнездо. Протекающий при этом импульс тока перемагничивает сердечник в нужное состояние. Таким образом, в отличие от диодного задающего устройства штеккер используется лишь для обеспечения кратковременного протекания тока, после чего его удаляют из гнезда. Влияние плохих контактов, являющееся наиболее частой причиной отказа в работе диодного устройства, здесь устраняется. Процесс "набора" нужных кодов может быть облегчен с помощью заранее перфорированной бумажной карточки (рис.3).

В ряде случаев может быть принята иная схема записи: в одно из состояний (например, "0") все сердечники устанавливаются по общей специальной обмотке путем кратковременного замыкания цепи тока в этой обмотке; сердечники, в которых должен быть записан другой знак (в нашем примере "1"), переводятся в это состояние штеккером индивидуально. При такой схеме, хотя монтаж матрицы несколько и усложняется, процесс записи как с

помощью перфокарты, так и без нее ускоряется. В случае применения перфокарт их требуется не две, как для первой схемы, а всего одна.

## ГЛАВА 2

Существует несколько схем, по которым можно построить задающее устройство на ферритовых сердечниках. Один путь состоит в использовании одного сердечника на запоминание одного двоичного знака. В этом случае любое матричное запоминающее устройство может быть приспособлено путем ряда упрощений для работы в качестве задающего устройства.

В матричном оперативном устройстве, например, работающим по принципу совпадающих токов, надо удалить все сердечники, предназначенные для хранения двоичного нуля (рис.4), а из схем управления исключить элементы, связанные с оперативной записью информации. Работа такого устройства не нуждается в особых пояснениях.

Если задающее устройство построено из матриц, подобных изображенной на рис.4, а, то после каждого считывания необходима регенерация; однако поскольку она требуется всегда для всех стоящих в избранной ячейке сердеч-

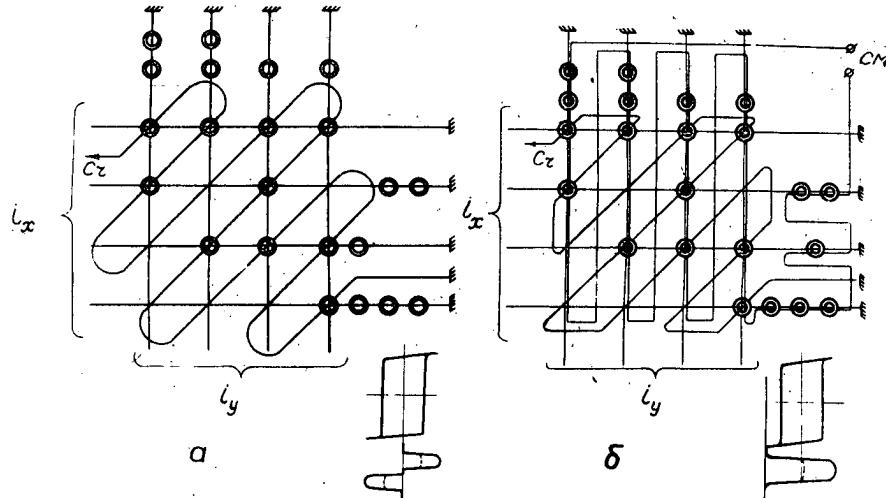


Рис.4. Два варианта матричных схем задающего устройства

ников, цепи регенерации могут быть просто удалены из схемы, а однополярные токи считывания заменены на двуполярные.

Другой способ решения проблемы регенерации показан на рис.4,б. Считывание производится путем сложения двух однополярных импульсов, регенерация осуществляется с помощью постоянного статического смещения, поданного на сердечники всех плат.

Одним из основных вопросов, интересующих конструктора матричных схем, является вопрос надежного распознавания информации при данном объеме матрицы. Известная формула [4], из которой можно определить отношение сигнала к помехе, если известны импульсные характеристики материала и объем квадратной матрицы, имеет вид:

$$e_{\text{сч}} = \pm [e_1 - 2e_2 + (n - 2)e_3], \quad (1)$$

где:  $e_1$  - э.д.с. сигнала от избранного сердечника;

$e_2$  - э.д.с. помехи от сердечника, лежащего на одной из избранных координат;

$n$  - половина числа координатных линий матрицы;

$e_3$  - разностная э.д.с. помехи от пары наполовину избранных сердечников, по-разному ориентированных относительно считающего провода.

Формула справедлива для всех  $n$  четных в предположении, что матрица состоит из  $n^2$  сердечников, а способ прошивкичитывающего провода обеспечивает чередование знаков наводимой на него сердечниками э.д.с. (елочка).

Механизм появления помех при считывании в запоминающем и задающем устройствах различен. В случае запоминающего устройства помехой принято считать сигнал, возникающий на считающем проводе при обращении к сердечнику, хранящему код "0". Такая помеха слагается из сигнала, генерируемого

избранным сердечником (сигнала "чистого" или "разрушенного" нуля), и некоторой добавки, включающей сигналы от полуизбранных сердечников. Первый сигнал возникает в результате изменения магнитного состояния сердечника по частному циклу под действием полного тока считывания, т.е. суммарного воздействия двух половинных токов на выбранный сердечник.

В матрице задающего устройства сердечники, хранящие код "0", отсутствуют или, во всяком случае, не связаны со считающим проводом. Все сердечники, связанные со считающим проводом, хранят код "1", т.е. находятся всегда в одном состоянии. Поэтому сигнал помехи имеет иную структуру. Сигнал "0" отсутствует полностью. Сигналы от полуизбранных сердечников имеются, но их влияние на считываемый сигнал отличается от случая запоминающего устройства.

В запоминающем устройстве число сердечников матрицы, дающих помеху  $e_2$ , всегда равно двум и не зависит от объема матрицы. Знак э.д.с.  $e_2$  также всегда известен: он противоположен знаку э.д.с. сигнала, считываемого с выбранного сердечника.

В матрице задающего устройства число сердечников, подвергающихся половинному возбуждению, фактически не связано с объемом матрицы, как в запоминающем устройстве, и зависит главным образом от характера записанных в устройстве кодов - характера хранимой информации. Поэтому число сердечников, генерирующих помеху  $e_2$ , может изменяться в случае совпадения знаков э.д.с. помехи и сигнала с выбранного сердечника в диапазоне от 0 до  $(n - 2)$  и от 0 до  $n$  в случае их несовпадения. Полагая  $n \gg 2$ , не будем в дальнейшем замечать этой разницы, считая количество таких сердечников по максимально возможному.

Если предположить, что характеристики всех сердечников матрицы совпадают с достаточной точностью, то величина разностной помехи  $e_3$  будет заметно отличаться от нуля лишь в том случае, когда соответствующая пара

сердечников хранят различные коды ("0" и "1"). Вследствие того, что в матрице задающего устройства все сердечники хранят одинаковые коды ("1"), можно положить  $e_3 \approx 0$ , предполагая хорошую однородность сердечников.

С учетом всего сказанного формула (1) приобретает для матрицы задающего устройства, в тех же, что и для формулы (1) обозначениях, вид:

$$e_{\text{сч}} \approx \pm [e_1 \pm (0 \div n) e_2] . \quad (2)$$

Формула (2) справедлива для элементарной матрицы\* задающего устройства, построенного по схеме 4,а, при любом  $n$ .

Качество сердечника, способность его работать в схеме матричного запоминающего устройства оцениваются величиной коэффициента квадратности  $K_k$  (одной из его импульсных характеристик).

Коэффициент квадратности по напряжению  $K_{k(e)}$  есть отношение амплитуд сигналов, полученных с сердечника при считывании полным током :

$$K_{k(e)} = \frac{e(1)}{e(0)} . \quad (3)$$

Обычно берется отношение амплитуды сигнала, полученного от считывания "чистой" или "разрушенной 1", к сигналу разрушенного "0". "Разрушение" состояний производится половинным током. Коэффициентом  $K_{k(e)}$  удобно пользоваться, когда в устройстве не предусматривается строирование или интегрирование считываемых сигналов. В противном случае лучше пользоваться коэффициентом  $K_{k(\phi)}$ , характеризующим отношение изменений потоков в сердечнике, поставленном в такие же условия.

\* Под элементарной матрицей понимается такая матрица, или часть ее, все рабочие сердечники которой связаны с одним считающим проводом. Реальная матрица как задающего, так и запоминающего устройства может состоять из одной, двух, трех и т.д. элементарных матриц, т.е. иметь 1, 2, 3 и т.д. считающих проводов.

В матрице задающего устройства сердечники, подвергающиеся возбуждению половинным током, дают помеху  $e_2$ , величина которой будет максимальной в тех случаях, когда сердечник подвергся половинному возбуждению "впервые", т.е. если он находится в состоянии "чистой", а не "разрушенной 1". Величина даже такой максимальной помехи будет меньше, чем величина сигнала разрушенного нуля -  $e_{(0)}$ , входящая в выражение (3). Поскольку эти величины все-таки близки, мы можем пользоваться коэффициентом  $K_k$ , имея в виду, однако, что полученные результаты будут несколько заниженными.

Если известны импульсные характеристики сердечников, то, задаваясь минимально допустимым значением отношения сигнала к помехе на считающем проводе - коэффициентом сигнала  $K_c = \frac{e_{\text{сч}}}{e_{\text{помех}}}$ , можно определить максимальный объем элементарной матрицы, исходя из наиболее неблагоприятных условий распределения кодов:

$$K_c = \frac{e_{\text{сч}}}{e_{\text{помех}}} = \frac{e_1 - ne_2}{ne_2} \approx \frac{e_{(1)}}{ne_{(0)}} - 1 = \frac{K_k}{n} - 1, \quad (4)$$

откуда

$$n_{\text{макс}} \leq \frac{K_k}{K_c + 1}, \quad (5)$$

Для квадратной матрицы имеем :

$$N_{\text{макс}} = n^2 \leq \left( \frac{K_k}{K_c + 1} \right)^2. \quad (6)$$

В этих и последующих подсчетах используются характеристики сердечников, снятые применительно к условиям работы в запоминающих устройствах; однако структура формул сохранится, если они будут заменены другими, ближе отражающими процессы, происходящие в матрице задающего устройства. Это исключает необходимость в расшифровке значений используемых коэффициентов или замене их другими. В силу указанных допущений результаты подсчетов

всегда будут несколько заниженными.

При определении максимально допустимого объема задающего устройства будем исходить из требований, налагаемых самым неблагоприятным случаем распределения информации в матрице, что может оказаться полезным как при конструировании схем, так и при решении вопроса о наиболее рациональном распределении информации в устройстве, несмотря на то, что вероятность появления самого неблагоприятного распределения информации в матрице подчас весьма мала. Однако подобный анализ может оказаться полезным как при конструировании и исследовании схем, так и при решении вопросов, связанных с наиболее рациональным распределением информации в устройстве.

Для определения допустимого объема элементарной матрицы задающего устройства (рис.4,б) формула (6) также применима, если заменить коэффициент  $K_K$  на коэффициент  $K_{\Pi}$  (коэффициент прямоугольности), который является импульсной характеристикой сердечника и равен отношению амплитуд сигналов или изменений потоков, но взятых при других условиях, чем в случае коэффициента квадратности  $K_{\Pi(e)}$ , например, есть отношение сигнала, полученного при перемагничивании сердечника по части полного цикла от остаточной индукции одного знака до максимальной индукции другого знака, к сигналу, полученному в результате изменения состояния сердечника по частному циклу, характеризуемому изменением индукции от остаточной до максимальной того же знака:

$$K_{\Pi(e)} = \frac{e^{(+B_{\text{ост}}; -B_{\text{макс}})}}{e^{(+B_{\text{ост}}; +B_{\text{макс}})}}. \quad (7)$$

Пользуясь коэффициентом  $K_{\Pi}$ , получаем, как и в случае использования  $K_K$ , несколько заниженные результаты, так как действительные условия работы сердечника в матрице (рис.4,б) несколько легче, чем условия, принятые при измерении коэффициента  $K_{\Pi}$ .

Итак, в случае применения статического смещения (рис. 4, б) имеем:

$$N_{\max} \leq \left( \frac{K_{\Pi}}{K_c + 1} \right)^2 \quad (8)$$

Поскольку  $K_{\Pi} > K_c$ , объем элементарной матрицы, работающей с применением статического смещения, может быть больше, чем матрицы без смещения, однако он все-таки весьма ограничен.

Дальнейшего увеличения объема матрицы можно добиться, если использовать непосредственное обращение к ячейкам памяти ("Z"-вариант). В этом случае импульс тока, достаточный для изменения состояния сердечников, получается от одного источника, связанного одной обмоткой только с сердечниками, принадлежащими данной ячейке [5].

В запоминающем устройстве такого типа для хранения одного двоичного знака используются два сердечника. Половина сердечников хранит прямые коды, другая половина - зеркальные. На рис. 5 показано несколько способов прошивки матрицы задающего устройства с выборкой чисел по принципу "Z".

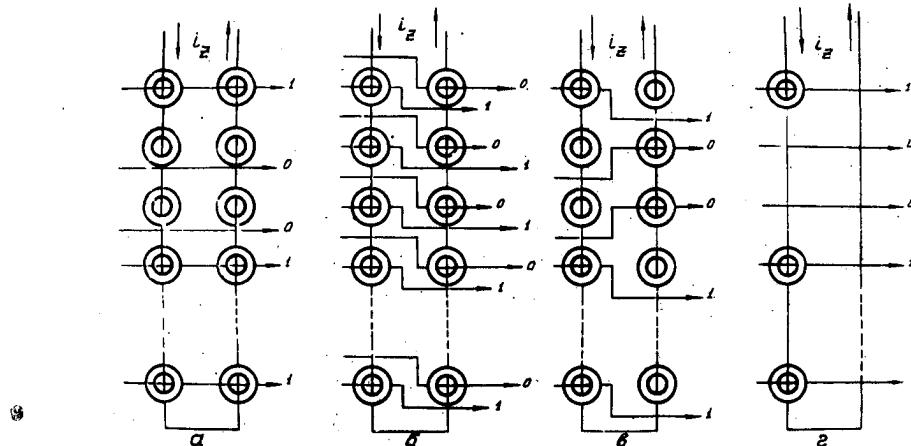


Рис. 5

Сигнал "1" образуется на считающем разрядном проводе в результате согласованного перемагничивания двух сердечников ячейки, связанных с этим проводом. За сигнал "0" принимается отсутствие сигнала на данном разрядном считаю-

щем проводе, так как он не связан с соответствующей парой сердечников. В схеме 5,б путем введения второй системы считающих проводов реализуется одновременное получение двух кодов - прямого и зеркального. Схема рис.5,в отличается от предыдущей только отсутствием второй системы считающих проводов, что обеспечивает разнополярность считываемых сигналов "1" и "0". Все три схемы иллюстрируют способы переделки матрицы варианта "Z" запоминающего устройства для использования в задающем устройстве. Как можно видеть, переделка касается только системы считающих проводов, основной монтаж платы с сердечниками сохраняется.

Более простая схема, использующая один сердечник для хранения одного двоичного разряда, показана на рис. 5,г.

Поскольку способ выборки ячейки для всех четырех схем одинаков, дальнейший разбор варианта осуществляется по этой схеме. Формирование импульсов тока "Z" может производится как с помощью магнитного дешифратора на сердечниках с прямоугольной петлей гистерезиса [3,5], так и с помощью ламповых формирователей. Как и в описанном выше варианте матричного задающего устройства, здесь может быть осуществлена работа двуполярными импульсами тока или, при наличии статического смещения сердечников, - однополярными импульсами.

Объем описанного выше матричного задающего устройства лимитируется главным образом величиной допустимой помехи на считающих проводах. В отличие от варианта, показанного на рис.4, где помеху при считывании нельзя устранить принципиально, в задающем устройстве, построенном по схеме Z (рис.5), помеху можно полностью исключить. Для этого, например, достаточно на каждую ячейку устройства поставить отдельный ламповый формирователь тока считывания. Даже если это не выполнено, величина помехи на считающем проводе связана в первую очередь не с характеристиками сердечников

матрицы (хотя такая зависимость и имеется), а с характеристикой дешифратора, генерирующего импульсы тока считывания.

Величина сигнала, возникающего на считающем проводе матрицы, показанной на рис.6, определяется из формул (9) и (10), первая из которых относит-

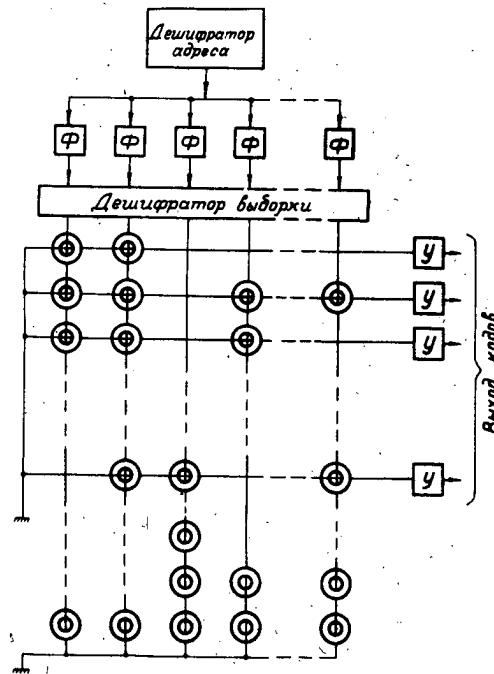


Рис.6. Блок-схема задающего устройства с выборкой по принципу Z

ся к случаю считывания "1", а вторая - к случаю считывания "0":

$$e_{\text{сч}1} = \pm [e_1 \pm (0 \div N') e'_2] , \quad (9)$$

$$e_{\text{сч}0} = \pm (0 \div N') e'_2 , \quad (10)$$

где :  $e_1$  - сигнал, генерируемый сердечником, лежащим на пересечении провода выборки ( $Z$ ) и считающего провода;

$e'_2$  - сигнал помехи, генерируемый любым сердечником, лежащим на данном считающем проводе, за исключением избранного;

$N'$  - число проводов выборки, по которым происходит паразитное возбуждение сердечников в момент обращения к избранной ячейке.

Таким образом,

$$K_C = \frac{e_{C\text{Ч1}}}{e_{C\text{Ч0}}} , \quad (11)$$

откуда

$$K_{C \text{ мин}} = \frac{e_1}{N' e'_2} - 1 \quad (12)$$

$$\text{и} \quad N'_{\text{макс}} = \frac{e_1}{e'_2 (K_C + 1)} \quad (13)$$

Соотношение между  $N'_{\text{макс}}$  и истинным максимальным объемом элементарной матрицы задающего устройства может быть выяснено только на основе определения характеристик дешифратора.

В данном случае отношение  $e_1/e'_2$  не может быть заменено на  $K_K$ . На величину  $e'_2$  влияет в первую очередь коэффициент шумов дешифратора

$$K_{III} = \frac{I_{\text{пом}}}{I_{\text{выб}}} . \quad (14)$$

Необходимо также учитывать характеристику материала запоминающего сердечника, так как она, безусловно, влияет на величину  $e'_2$ .

Пусть

$$K'_K = \frac{e(I_{\text{выб}})}{e(I_{\text{пом}})} ,$$

тогда

$$K'_K = \frac{e(I_{\text{выб}})}{e(K_{III} \cdot I_{\text{выб}})} . \quad (15)$$

Мы видим, что при всех  $K_{III} < \frac{1}{2}$ ,  $K'_K > K_K$ . (16)

Отметим, что выражение (3) можно рассматривать как частный случай выражения (15), полученный при  $K_{III} = \frac{1}{2}$ .

Из выражений (13) и (15) имеем :

$$N_{\max} \leq \frac{K'_k}{K_C + 1}. \quad (17)$$

Хотя известно несколько схем магнитных дешифраторов, для задающего устройства фактически применим только матричный дешифратор, который можно построить на большое количество выходов при низком значении  $K'_k$ , что особенно важно для задающего устройства.

Все сердечники матричного дешифратора (рис.7) находятся под действием постоянного смещения (точка A). По X и Y координатам поступают одновременно 2 импульса тока  $i_x$  и  $i_y$ , в результате чего сердечник, получивший двойное воздействие (на рисунке - 5-й), двукратно перемагничивается ( $A-O-B-A$ ) и на выходной обмотке сердечника возникает двуполярный рабочий импульс. Сердечники 2, 8, 4 и 6 при этом испытывают воздействие одного из импульсов тока, в результате чего они также несколько изменяют свое магнитное состояние ( $A-O-A$ ). В случае реальных сердечников, петля гистерезиса которых отличается от идеального прямоугольника, это приводит к появлению на выходных обмотках сердечников двуполярных паразитных импульсов помехи. Отноше-

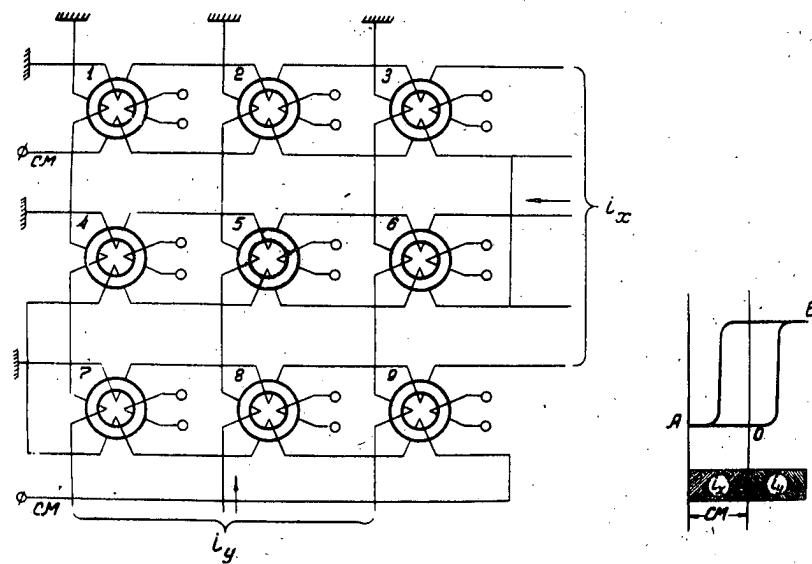


Рис.7

ние рабочего сигнала к сигналу помехи характеризует прямоугольность петли гистерезиса сердечника и численно близко к определенной выше величине  $K_{\Pi}$ .

Коэффициент шумов является одной из важных характеристик дешифратора. В нашем случае  $K_{\Pi} = \frac{1}{K_{\Pi}}$ . Важно также определить количество выходных каналов, несущих помеху. Дешифратор, изображенный на рис. 7, имеет 4 таких канала, в общем же случае число их равно

$$l = m + n - 2, \quad (18)$$

где  $m$  и  $n$  — число входных  $X$  и  $Y$  координат соответственно.

Отношение общего числа выходов дешифратора к числу выходов, загрязненных помехой, является, очевидно, второй важной характеристикой дешифратора. Оно может быть названо коэффициентом чистоты работы дешифратора и имеет вид:

$$K_{\text{Ч}} = \frac{m \cdot n}{l}. \quad (19)$$

В нашем случае

$$K_{\text{Ч}} = \frac{m \cdot n}{m + n - 2}. \quad (20)$$

В случае, когда  $m = n$  (матрица квадратна) имеем:

$$K_{\text{Ч}} = \frac{n^2}{(n - 1) \cdot 2}. \quad (21)$$

Квадратная матрица обеспечивает максимальное количество выходных цепей при данном количестве входов, а значит и максимальное  $K_{\text{Ч}}$ .

Если в качестве дешифратора выборки в схеме задающего устройства (рис.6) использовать дешифратор, собранный по схеме рис.7, то, применяя выражение (17) с учетом выражения (18), устанавливаем, что фактически  $N'_{\text{макс}} = l$  и значит действительное

$$N_{\text{макс}} \leq \left( \frac{K'_{\text{к}}}{2(K_{\text{C}} + 1)} + 1 \right)^2. \quad (22)$$

Если при этом обеспечить чередование полярности считываемых сигналов (прошив, например, считывающие провода "змейкой"), то формула (22) приобретает вид:

$$N_{\max} < \left( \frac{K'_k}{(K_C + 1)} + 1 \right)^2 . \quad (23)$$

Принимая во внимание, что  $K'_k > K_k$ , мы видим, что

$$N_{\max} (23) > N_{\max} (6)$$

### ГЛАВА 3

В схемах, рассмотренных в главе 2, для хранения каждой двоичной единицы предусматривался один сердечник.

Однако имеется возможность использования одного сердечника и для хранения нескольких двоичных единиц.

В литературе [6] есть указание на подобную работу. Задача решена следующим образом: имеется ряд сердечников, каждый из которых "запоминает" определенный разряд всех чисел и имеет свою считывающую обмотку. Выборка каждого числа производится отдельным формирователем импульсов тока; импульсы тока выборки посыпаются по обмотке, связанной лишь с теми сердечниками ряда, которые в данном числе и данных разрядах хранят "1". В заданном устройстве, основанном на этом принципе, значительную трудность представляет устранение прямых наводок от проводов выборки, что весьма ограничивает объем устройства.

Другой путь состоит в создании ряда параллельных выходов у одного и того же сердечника. На рис.8 показан принцип хранения многоразрядного кода на одном сердечнике. Числа в данном примере четырехразрядные. Четыре считывающих провода проходят только через те сердечники, которые "хранят"

числа, имеющие в данном разряде "1". Импульсы тока выборки от формирователей "Ф" должны быть двуполярными или, при наличии смещения (обмотка показана пунктиром), однополярными. Табличка иллюстрирует "записанные" в схеме коды.

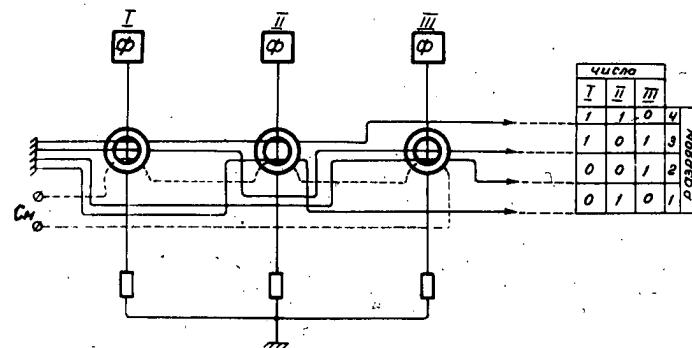


Рис.8. Принцип хранения многоразрядного кода на одном сердечнике

Рассмотрим примерную схему задающего устройства на 256 многоразрядных чисел, основанную на изложенном принципе. Основным элементом устройства является квадратная матрица из 256 ферритовых сердечников (рис.9), выбор

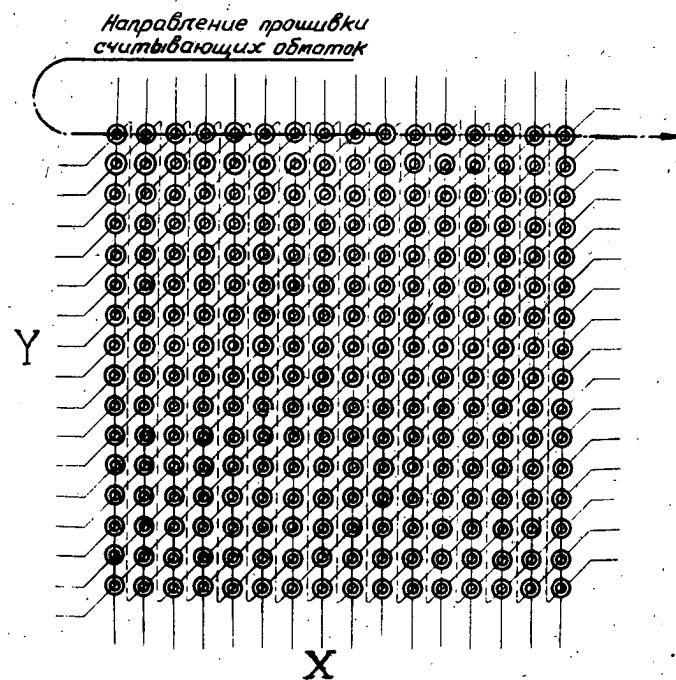


Рис.9

которых осуществляется по принципу сложения двух импульсов тока, действующих на выбранный сердечник одновременно по координатным обмоткам  $X$  и  $Y$ . Способы прошивки координатной сетки и считающих проводов могут быть различными. Важно обеспечить минимальный уровень помехи на считающем проводе. Рассмотрим верхний ряд сердечников матрицы (рис.9). Для того чтобы обеспечить выборку любого сердечника ряда методом совпадающих токов, очевидно, потребовалось бы минимально  $n + 1$  координатных проводов, если  $n$  - число сердечников в ряду. При таком способе выборки помеха на считающем проводе окажется значительной, так как один из координатных проводов связывает все сердечники данного ряда. Повторяя рассуждения, изложенные в главе 2, приходим к следующему выражению для величины сигнала, снимаемого в этом случае с одного считающего провода, связанного с верхним рядом сердечников:

$$e_{\text{сч}} = \pm [e_1 \pm (0 \div \frac{n}{2}) e_2] \quad (24)$$

для всех  $n$  четных и

$$e_{\text{сч}} = \pm [e_1 \pm (0 \div \frac{n+1}{2}) e_2] \quad (25)$$

для всех  $n$  нечетных.

Выражения (24) и (25) справедливы для случая, когда способ прошивки сердечников, или полярность импульсов тока выборки, обеспечивает чередование знаков сигналов, наводимых сердечниками на считающем проводе; в противном случае выражение для снимаемого сигнала приобретает вид:

$$e_{\text{сч}} = e_1 + [0 \div (n - 1)] e_2 \quad (26)$$

для любых  $n$ .

Способ прошивки координатной сетки (рис.9) обеспечивает полное уничтожение помехи на считающем проводе ряда, в котором лежит выбранный сер-

дечник, за счет увеличения числа независимых координатных проводов в ряду от  $n + 1$  до  $2n$ . Это увеличение не отражается на общем количестве координатных проводов матрицы, которое по-прежнему остается минимальным, равным  $2\sqrt{N}$ , где  $N$  - объем матрицы. Проблема, следовательно, заключается лишь в изыскании способов объединения одноименных считающих проводов различных рядов матрицы с целью упрощения схем считывания. При этом надо иметь в виду, что на каждом считающем проводе, не содержащем избранного сердечника, может находиться максимально 2 сердечника, дающих помеху  $e_2$ , поэтому при поразрядном объединении всех считающих проводов матрицы способом, обеспечивающим чередование полярности сигналов от ряду к ряду, мы получим для  $e_{\text{сч}}$  следующие выражения:

$$e_{\text{сч}} = e_1 \pm (0 \div n) e_2 \quad (27)$$

для  $n$  четных и

$$e_{\text{сч}} = e_1 \pm [0 \div (n + 1)] e_2 \quad (28)$$

для  $n$  нечетных.

Определим максимальное количество рядов в матрице, которое можно объединить по считыванию. Проведя рассуждения, аналогичные высказанным в главе 2, получим:

$$p_{\text{макс}} \leq \frac{K_K}{K_C + 1} \quad (29)$$

или

$$p_{\text{макс}} \leq \frac{K_K}{K_C + 1} - 1 \quad (30)$$

для  $p$  четных и нечетных соответственно.

Поскольку выражение (29) больше выражения (30) на единицу, ясно, что надо пользоваться только формулой (29), округляя полученный результат до ближайшего четного числа  $p$ .

В случае введения статического смещения всех сердечников матрицы необходимо в выражениях для  $p_{\max}$  заменить  $K_K$  на  $K_P$ .

Рассмотрим вопросы выборки чисел в матрице. Выборка может осуществляться как непосредственно ламповыми формирователями импульсов, так и с помощью магнитного дешифратора. Преимущество второго способа заключается в сокращении ламповой аппаратуры, однако это становится существенным лишь при сравнительно больших объемах матрицы. Кроме того, в этом случае появляются дополнительные помехи на считающих проводах.

Пусть матрица управляется ламповыми формирователями, тогда величину считываемых сигналов можно определять по формулам (27) или (28). Для выборки  $N$  сердечников матрицы задающего устройства необходимо  $2\sqrt{N}$  ламповых формирователей.

Рассмотрим случай управления матрицей с помощью дешифраторов. Если матрица управляется двумя квадратными матричными дешифраторами на  $\sqrt{N}$  выходов каждый, то количество требуемых формирователей будет равно  $4\sqrt[4]{N}$ .

Пусть дешифраторы работают по принципу, описанному в главе 2, тогда

$$K_Q = \frac{\sqrt{N}}{2(\sqrt[4]{N} - 1)} \quad (31)$$

Знаменатель дроби определяет количество выходов дешифратора, загрязненных помехой. Найдем выражение для величины сигнала, считываемого с матрицы задающего устройства. Для этого определим величину сигналов, считываемых с разрядного провода каждого ряда.

Кроме полезной э.д.с.  $e_1$ , индуцируемой избранным сердечником, на считающих проводах должны наводиться также следующие э.д.с. помех:  $e_2$  — помеха от сердечника, подвергающегося возбуждению током выборки по одной координате;  $e_2^+$  — помеха от сердечника, возбуждаемого по одной координате

током выборки, а по другой - током помехи дешифратора;  $e_3$  - помеха от сердечника, возбуждаемого током помехи дешифратора по одной координате, и  $e_4$  - помеха от сердечника, возбуждаемого по обеим координатам током помехи дешифратора.

Наиболее опасной является э.д.с.  $e_2^+$ . Если дешифратор имеет большой коэффициент шумов  $K_{\text{ш}}$ , то может оказаться, что величина даже одного сигнала  $e_2^+$  будет сравнима с величиной сигнала  $e_1$ .

В реальном устройстве ток выборки может колебаться в некоторых определенных пределах. Если величина тока помех дешифратора составляет всего несколько процентов от тока выборки, т.е. если  $K_{\text{ш}} = \frac{I_{\text{ПОМ}}}{I_{\text{выб}}} \ll \frac{1}{2}$ , то

мы имеем право не делать различия между  $e_2^+$  и  $e_2$  при том, однако, условии, что допустимый разброс токов выборки в устройстве будет соответственно уменьшен. Предполагая далее, что  $K_{\text{ш}} \ll \frac{1}{2}$ , мы можем считать, что

$$e_4 \approx 2 e_3. \quad (32)$$

Таким образом, величина сигнала, снимаемого со считающего провода ряда, в котором лежит избранный сердечник, при условии, что полярность сигналов в пределах одного ряда одинакова, описывается выражением:

$$e_{\text{сч.и}} \approx \pm \{e_1 + [0 \div 4(\sqrt[4]{N} - 1)] e_3\}, \quad (33)$$

а на считающем проводе ряда, не содержащего избранного сердечника, - выражением:

$$e_{\text{сч.н.и}} \approx \pm \{(0 \div 2) e_2 + [0 \div 4 (\sqrt[4]{N} - 1)] e_3\}. \quad (34)$$

При объединении рядов матрицы способом, обеспечивающим чередование полярности сигналов от ряда к ряду, достигается некоторая компенсация помех. Так же как и выше, зная характеристики сердечников и задаваясь допустимым значением величины  $K_C$ , мы можем определить максимальное количество рядов

матрицы, которые можно объединить по считыванию, исходя из самого неблагоприятного случая распределения информации в матрице. Такому случаю будет, очевидно, отвечать распределение кодов в матрице, при котором:

а) в ряду, где находится избранный сердечник все  $4(\sqrt[4]{N} - 1)$  сердечников, дающих помеху  $e_3$ , не связаны со считающим проводом :

$$e_{\text{сч.и}} = + e_1; \quad (35).$$

б) во всех неизбранных рядах, полярность сигнала на которых совпадает с полярностью сигнала на считающем проводе избранного ряда, все сердечники, дающие помеху  $e_2$  и  $e_3$ , не связаны с рассматриваемым считающим проводом:

$$e_{\text{сч.и+}} \approx 0; \quad (36)$$

в) во всех неизбранных рядах, полярность сигнала на которых противоположна полярности сигнала на считающем проводе избранного ряда, все сердечники, дающие помеху  $e_2$  и  $e_3$ , связаны с рассматриваемым считающим проводом:

$$e_{\text{сч.и-}} = -[2e_2 + 4(\sqrt[4]{N} - 1)e_3]. \quad (37)$$

В этом случае при объединении считающих проводов  $p$  рядов матрицы мы получим :

$$e_{\text{сч}} = \pm \left\{ e_1 - \frac{p}{2} [2e_2 + 4(\sqrt[4]{N} - 1)e_3] \right\} \quad (38)$$

для  $p$  четных :

$$e_{\text{сч}} = \pm \left\{ e_1 - \frac{p-1}{2} [2e_2 + 4(\sqrt[4]{N} - 1)e_3] \right\} \quad (39)$$

для  $p$  нечетных. Максимальное количество рядов, которое можно объединить по считыванию, будет :

$$p_{\text{макс}} < \frac{K_K}{[2(\sqrt[4]{N} - 1) \frac{K_K}{K'_K} + 1] (K_C + 1)} \quad (40)$$

Здесь, как и ранее,  $p$  принимается четным.

Для матрицы, имеющей статическое смещение сердечников, имеем:

$$p_{\max} \leq \frac{K_{\Pi}}{\left[ 2(\sqrt[4]{N}-1) \cdot \frac{K_{\Pi}}{K'} + 1 \right] (K_C + 1)} \quad (41)$$

Формула (40), равно как и формула (41), является более общей, чем аналогичная формула (29); этой формулой можно пользоваться и в тех случаях, когда матричные дешифраторы не применяются. Тогда выражение, стоящее в знаменателе формулы (41) в квадратных скобках, превращается в единицу и, следовательно, вся формула превращается в выражение, равное (29). В случае применения дешифраторов возможное количество объединенных рядов будет меньше, чем при управлении матрицей непосредственно от ламповых формирователей, поскольку реальные дешифраторы дают помеху. С другой стороны, как это уже указывалось, применение дешифраторов позволяет сократить ламповую аппаратуру, что особенно заметно в случае больших объемов матрицы. При выборе схемы задающего устройства необходимо учитывать эти факторы.

Рассмотрим целесообразность применения дешифраторов в схеме задающего устройства на 256 многоразрядных чисел. Допустим, что используемые сердечники имеют следующие характеристики:  $K_{\text{ср}} = 12$  при колебаниях амплитуды тока выборки на  $\pm 5\%$  и с учетом разброса характеристик;  $K_{\Pi} = 25$  при тех же условиях. Зададимся также величиной  $K_C \text{ мин} = 2$ . Тогда для случая чисто-лампового управления имеем: из формулы (29)  $p_{\max} \leq \frac{12}{2+1} = 4$  для случая без статического смещения и  $p_{\max} \leq \frac{25}{2+1} \approx 8$  для случая со статическим смещением.

Необходимое количество формирователей импульсов тока выборки равно 32.

В случае применения дешифраторов, сердечники которых имеют те же ха-

рактеристики, что и сердечники матрицы, можно положить, что  $K_{III} \equiv \frac{1}{K_{II}} \approx \frac{1}{25} \ll \frac{1}{2}$ ; следовательно, мы имеем право пользоваться формулами (40) и (41). Величины  $K'_K$  и  $K'_P$  в условиях, когда  $K_{III} \ll \frac{1}{2}$ , весьма близки между собой и для материала с указанными характеристиками примерно равны  $K'_K \approx K'_P \approx 200$ . Результаты подсчета дают:  $p_{\max(40)} \approx 3$ ;  $p_{\max(41)} \approx 5$ .

Необходимое количество формирователей в этом случае будет 16. На основании изложенного можно сделать следующие выводы: введение статического смещения сердечников позволяет существенно увеличить количество рядов, которые можно объединить по считыванию в случае, когда выборка осуществляется ламповыми формирователями (в нашем примере — вдвое). Однако в случае применения матричных дешифраторов эта разница уменьшается и, следовательно, статическое смещение не может быть рекомендовано, так как оно сопряжено с усложнением монтажа матрицы и уменьшением размера окна сердечника, что может потребовать перехода на больший размер колец, т.е. увеличения мощности и т.д. С другой стороны, небольшое увеличение числа объединенных групп считающих проводов не может отразиться на работе выходных цепей матрицы.

Принципиальная блок-схема задающего устройства на 256 многоразрядных чисел приведена на рис.10.

Работа схемы не нуждается в особых пояснениях, остановимся только на считающих цепях. Как видно из схемы, в устройстве имеется 4 группы считающих разрядных проводов. Количество проводов в каждой группе равно числу разрядов хранимых чисел. Минимальное число усилителей на выходе матрицы также должно быть равно количеству разрядов в числе. Однако поскольку матрица задающего устройства состоит из 4 самостоятельных элементарных матриц, казалось бы, количество усилителей необходимо также учтыверить. С

точки зрения экономии ламповой аппаратуры это нежелательно, поэтому в устройстве принят принцип объединения на входе усилителя предварительно повышенных на трансформаторах и выпрямленных сигналов. Этот принцип был проверен впервые в 1955 г. на матрице из 1024 сердечников, состоявшей из

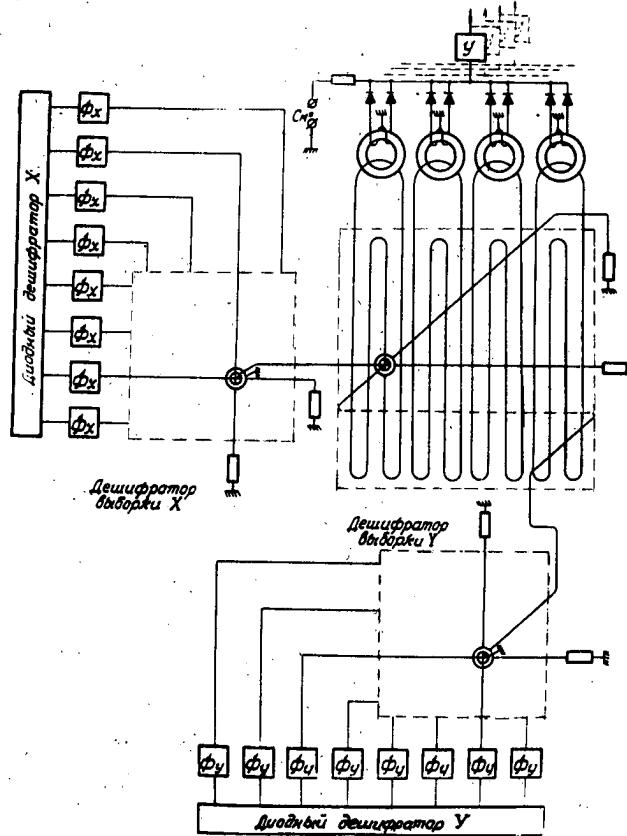


Рис. 10

двух элементарных матриц по 512 сердечников каждая [3], а затем и в ходе выполнения данной работы. Эксперимент показал реальную возможность повышения напряжения сигнала, считываемого с элементарной матрицы из 64 сердечников, в несколько раз, что позволяет осуществить нелинейное выпрямление сигналов на запертых постоянным смещением диодах.

Основные принципы работы матрицы, хранящей многоразрядные коды, были проверены на макете. Полученные при испытании данные подтвердили справедливость и применимость выведенных формул. Были проверены вопросы счита-

ния при наиболее неблагоприятных сочетаниях сорокоразрядных кодов. Оказалось, что, несмотря на то, что было объединено 4 ряда сердечников матрицы, величина  $K_{\text{с мин}}$  составляла примерно 2,2, что несколько выше расчетной величины. Такое несоответствие можно объяснить главным образом тем, что мы пользовались при расчете заниженным коэффициентом  $K_K$ , как это уже отмечалось, а также погрешностью при определении  $K'_K$ . В целом работа с макетом подтвердила возможность построения задающего устройства по схеме (рис.10).

## ГЛАВА 4

Описанные выше схемы задающих устройств при всех своих положительных качествах в ряде случаев обладают тем, довольно существенным недостатком, что внесение каких-либо изменений в хранимую информацию сопряжено со значительными трудностями.

В последнее время получен интересный по своим свойствам магнитный элемент-трансфлюксор [7].

Простейший трансфлюксор представляет собой ферритовый сердечник с прямоугольной петлей гистерезиса, имеющий два неравных отверстия (рис. 11).

Такой элемент может оставаться неопределенного долго в одном из двух устойчивых состояний - блокированном и неблокированном. Первое характери-

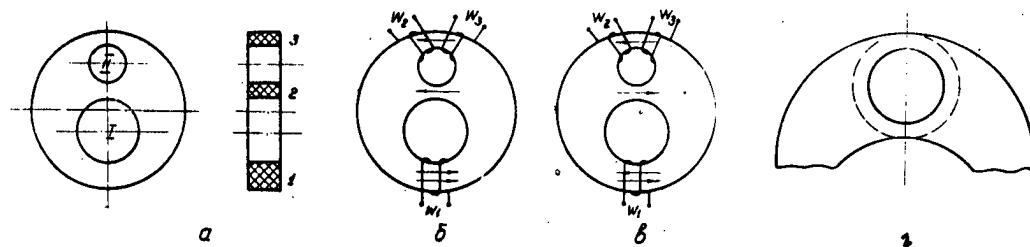


Рис. 11. Трансфлюксор :

*a - конструкция; б - блокированное состояние ;  
в - неблокированное состояние; з - зона запоминающего элемента*

зуется отсутствием сигнала на  $w_3$  при наличии возбуждения кольцевой зоны вокруг отверстия II током, протекающим по обмотке  $w_2$ , а второе - когда возбуждение этой зоны тем же током приводит к появлению больших сигналов э.д.с. на  $w_3$ , что свидетельствует о полном перемагничивании материала зоны.

Эти два устойчивых состояния можно отождествить с хранением двоичной информации: по обмотке  $w_2$  (единой, или расщепленной на 2 части) оперативно подавать импульсы тока считывания, сигналы считывания снимать с обмотки  $w_3$ , а перевод сердечника из одного состояния в другое осуществлять с помощью обмотки  $w_1$ .

Таким образом, трансфлюксор является новым элементом для построения магнитных запоминающих устройств с возможностью считывания без разрушения информации.

Трансфлюксор можно рассматривать как сочетание двух элементов:

Первым, запоминающим элементом трансфлюксора, является кольцеобразная зона феррита вокруг малого отверстия (рис.11). Для расчетов, связанных с этим элементом схемы, мы можем пользоваться всеми линейными размерами зоны, как если бы она не была физически связана с трансфлюксором, а являлась бы отдельным кольцом. Это кольцо имеет свои наружный и внутренний диаметры, свое сечение и т.д. Можно снять, например, петлю гистерезиса этого кольца. Когда трансфлюксор находится в неблокированном состоянии, эта петля будет весьма мало отличаться от той, которую бы мы сняли, вырезав предварительно этот сердечник из тела трансфлюксора.

Второй элемент трансфлюксора более сложен для понимания. Его нельзя аппроксимировать в общем виде к кольцу соответствующего диаметра, однако в частном случае применения для качественной оценки его роли в управлении магнитным потоком запоминающего сердечника даже и такая аппроксимация полезна, так как позволяет получить ряд нужных сведений.

Трансфлюкторы могут служить элементами задающего устройства, построенного по любому из вариантов схем, описанных во 2-й главе, которые не используют статическое смешение сердечников матрицы. Собственно оперативная часть устройства включает в себя только запоминающие элементы и поэтому при расчете схемы можно пользоваться соотношениями, аналогичными выведенным выше.

Пусть, например, устройство будет построено по принципу совпадающих токов (рис.12). Трансфлюкторы объединены в матрицу своими запоминающими элементами, через которые проходят 3 обмотки: координатные провода  $X$ ,  $Y$  и считающий провод "Сч". Большие отверстия свободны от обмоток. В таком виде матрица задающего устройства ничем не отличается от матрицы запоминающего устройства. К ней применима общая формула (1) для определения величины считываемого сигнала :

$$e_{\text{Сч}} = \pm [e_1 - 2e_2 + (\sqrt{N} - 2)e_3] . \quad (42)$$

Анализ помех при считывании необходимо проводить с учетом возможности появления наиболее неблагоприятных кодов. В наиболее неблагоприятном слу-

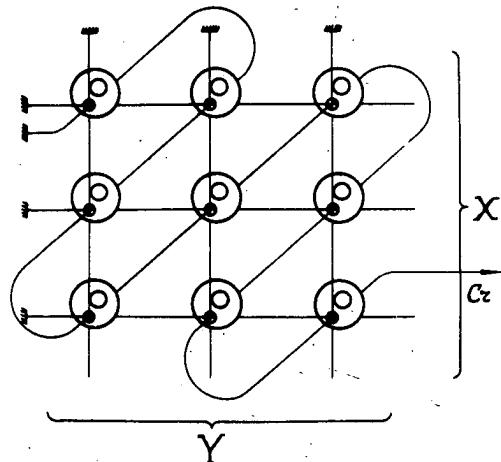


Рис. 12

чае два наполовину избранных сердечника, дающие помеху  $e_2$ , находятся в состоянии "1" (трансфлюксор неблокирован). Помеха от остальных  $2(\sqrt{N} - 2)$  сердечников, находящихся под половинным возбуждением, частично компенсируется благодаря тому, что прошивка считывающего провода выполнена "елочкой". Однако величина разностной э.д.с. помех  $e_3$  от каждой пары скомпенсированных таким образом сердечников будет максимальной в случае, если сердечники, образующие пару, хранят различную информацию (один трансфлюксор блокирован, другой — нет). В самом неблагоприятном случае таких пар будет  $(\sqrt{N} - 2)$ .

Учитывая вышесказанное, будем под  $e_2$  понимать помеху от трансфлюксо-ра, хранящего код "1" и подвергающегося половинному возбуждению, а под  $e_3$  — разностную э.д.с. помех от двух трансфлюксоров, по-разному ориентиро-ванных относительно считывающего провода, хранящих различную информацию и возбуждаемых половинным током.

Тогда, обозначив через  $K_k$  отношение  $e_1/e_2$  и через  $K_{разн}$  отношение  $e_1/e_3$  и проведя ряд преобразований, аналогичных приведенным в главе 2, получим выражение для максимального объема элементарной матрицы с учетом самых неблагоприятных сочетаний кодов :

$$N_{\max} < \left( \frac{\frac{K_k}{K_c + 1} - 2}{\frac{K_k}{K_{разн}} + 2} \right)^2. \quad (43)$$

Эта формула позволяет определить  $N_{\max}$  исходя из легко определяемых экспериментально, или известных заранее, величин  $K_k$  и  $K_{разн}$ .

Принцип построения задающего матричного устройства на трансфлюксорах почти не отличается от обычных принципов, по которым строятся матричные схемы. Трансфлюксоры объединяются в платы (рис.12), каждая из которых предназначена для хранения одноименных разрядов всех чисел устройства и может состоять, в зависимости от требуемого объема, из одной или более элемен-

тарных матриц. Размещение трансфлюксоров и конструкция платы должны обеспечивать свободный доступ к большому отверстию каждого трансфлюксора, установка которого в нужное состояние производится импульсом тока той или иной полярности с помощью штеккера (см. главу 1).

По координатам X и Y, связанным с малым отверстием трансфлюксора, который должен быть избран, подаются двуполярные импульсы тока, половиной амплитуды каждый. Принципы управления матрицей и считывания информации не отличаются от описанных в предыдущих главах.

Другим вариантом использования трансфлюксоров для построения задающего устройства является Z-вариант. В этом случае число записывается вдоль координаты Z, связанной с одним из выходов дешифратора выборки. Максимальный объем устройства определяется из выражения:

$$e_{\text{сч}} = \pm [e_1 + 2e'_2 \pm (\sqrt{N} - 2)e'_3] , \quad (44)$$

где:  $e'_2$  - э.д.с. сигнала помехи, индуцируемая "запоминающим элементом" трансфлюксора при возбуждении его импульсом тока помехи дешифратора выборки,

$e'_3$  - разностная э.д.с. сигналов помех индуцируемых "запоминающими элементами" пары трансфлюксоров, ориентированных по-разному относительно считающего провода при возбуждении их импульсом тока помехи дешифратора выборки,

$N$  - объем задающего устройства.

Формула справедлива для любых четных  $N > 4$  при условии, что применяется квадратный дешифратор и обеспечено чередование полярности сигналов на каждом считающем проводе.

Анализ выражения (44) показывает, что в этом случае может быть достигнут больший объем устройства, чем в матричной схеме совпадающих токов.

Конструктивно задающее устройство по описываемой схеме может быть удобно выполнено в виде металлизированной платы (см. главу 1), на которой размещаются трансфлюксоры, объединенные в линейки, каждая из которых соответствует одной ячейке. Двуполярные импульсы тока выборки поступают на определенную линейку от магнитного дешифратора, подобного описанным выше. Количество выходов дешифратора равно числу ячеек устройства. Направление прошивки считающих поразрядных проводов должно обеспечить чередование полярности считываемых с трансфлюксоров данного разряда сигналов.

Неоперативная запись информации в ячейке задающего устройства производится подачей импульса тока той или иной полярности при помощи штеккера, вставляемого в большое отверстие соответствующего трансфлюксора. На рис. 13 представлена часть платы такого задающего устройства.

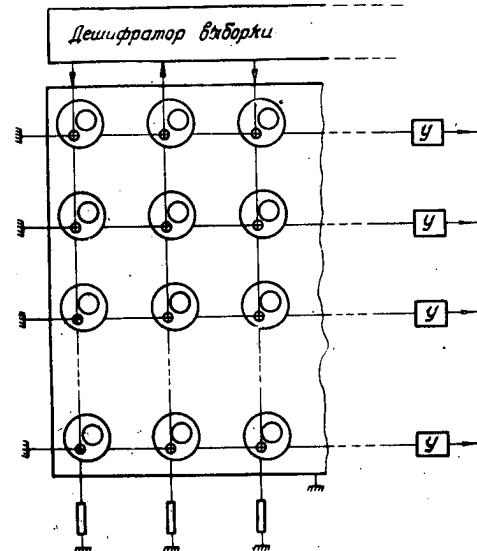


Рис. 13. Матрица совпадающих токов на трансфлюксорах для задающего устройства

### З а к л ю ч е н и е

Применение магнитных сердечников для построения быстродействующих задающих устройств перспективно. По мере сокращения ламповой аппаратуры за счет применения магнитных и полупроводниковых элементов увеличиваются преимущества магнитных задающих устройств.

В настоящее время более удобной для выполнения надо считать одну из схем, использующих ферритовые сердечники.

Имеющиеся отечественные ферриты обладают вполне удовлетворительными характеристиками, обеспечивающими надежную работу в задающих устройствах.

Для серийных устройств можно рекомендовать схемы, построенные на ферритовых сердечниках, для экспериментальных же устройств - схемы на трансфлюксорах, которые позволяют более гибко изменять хранимую устройством информацию.

Л и т е р а т у р а

1. Dudley and Werner, Nondestructive Sensing of Magnetic Cores, AIEE Transactions, 1953, v. 72, part I, pp. 822-830.
2. Papoulis, The Nondestructive Readout of Magnetic Cores, Proc. of the IRE, 1954, N8, pp. 1283-1288.
3. В.В. Бардих, Ю.И. Визун, В.В. Кобелев, Некоторые вопросы повышения надежности магнитного оперативного запоминающего устройства, Институт точной механики и вычислительной техники АН СССР, 1956.
4. J.A. Rajchman, A Myriabit Magnetic Core Matrix Memory, Proc. of the IRE, 1953, N10, pp. 1407-1421.
5. А.С. Федоров, Магнитное запоминающее устройство, Труды конференции: "Пути развития советского математического машиностроения и приборостроения 1956 г". (печатается).
6. J.M. Wier, A High-Speed Permanent Storage Device, Transaction IRE, EC-4, 1955, III, pp. 16-20.
7. J.A. Rajchman and A.W. Lo, The Transfluxor, Proc. of the IRE, 1956, N3, pp. 321-322.

О Г Л А В Л Е Н И Е

	стр.
Введение . . . . .	3
Глава 1 . . . . .	4
Глава 2 . . . . .	9
Глава 3 . . . . .	21
Глава 4 . . . . .	31

Поступило 27/III - 1957

Зак. 12.

Typ. 500

ИТМ и ВТ АН СССР. Москва, Калужское шоссе, 71а